

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
6  
V  
42

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

WATERIG ROT BIJ TOMAAT: DE STAND VAN ZAKEN.

W. Verkerke, J. Janse, C. Gielesen, K. Buitelaar (PTG) & M. Boesten (CBT)

Februari 1990

Intern verslag nr 12

22u 3522

1  
6  
✓  
12

Probleemoplossing  
onderwijs

INHOUDSOPGAVE

Pagina

1. SAMENVATTING	1
2. INLEIDING	1
3. MATERIAAL & METHODEN	3
4. RESULTATEN	4
5. DISCUSSIE	6
6. HOE NU VERDER	8
7. DANKBETUIGING	9
8. LITERATUUR	9

## 1. SAMENVATTING

Er wordt een overzicht gegeven van het onderzoek dat in de laatste jaren aan het probleem van waterig rot bij tomaten is gedaan. Waterig rot begint met het afsterven van cellen direkt onder het litteken van kroonloze vruchten. Microscopische coupes van vruchten met waterig rot tonen aan dat er op het rafelig afgebroken kroonlitteken geen of een zeer beschadigde kurklaag aanwezig is. In niet-aangetaste kroonloze vruchten is het litteken gaaf, de kurklaag goed ontwikkeld en is het onderliggende weefsel gezond. Met behulp van een aan de watergoot toegevoegde niet-toxische kleurstof is het naar binnen dringen van zout in vruchten gevolgd. De kleurstof kan de epidermis niet penetreren, maar komt in kroonloze ronde tomaten via het kroonlitteken voornamelijk in het weefsel onmiddellijk onder het kroontje terecht. In ronde tomaten met kroon kan de kleurstof in verreweg de meeste gevallen niet binnendringen. De conclusie is dat waterig rot begint met het binnendringen van zouten uit de watergoot. De door de zoutstress veroorzaakte plasmolyse genereert een voedingsbodemp voor schimmelgroei waardoor waterig rot ontstaat. Een vrucht compleet met kroontje of een kroonloze vrucht met een goed ontwikkelde kurklaag op het litteken is waarschijnlijk goed tegen zo'n schimmelinfectie beschermd. Er worden suggesties gedaan voor verder onderzoek naar het probleem waterig rot.

## 2. INLEIDING

In 1989 ontstonden er vanaf juni op veel bedrijven met een watergoot grote kwaliteitsproblemen met ronde tomaten. Deze problemen, die bekend staan onder de naam waterig rot (WR) waren ook al in 1988 voorgekomen, maar dan later in het seizoen. De eerste verschijnselen van WR zijn lekkage vanuit het kroonlitteken; later gaan deze vruchten rotten en kleuren meestal niet door. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste onderzoeksresultaten met betrekking tot dit probleem. Daarna wordt uitgebreid ingegaan op de proeven en het microscopisch onderzoek dat in november 1989 op het PTG zijn uitgevoerd.

Vanaf half juni tot en met oktober zijn er in samenwerking met diverse personen van verschillende instanties (CBT, CIVO, CAD KB en PTG) in totaal wel 20 proeven uitgevoerd om de oorzaken van dit verschijnsel op te sporen. De belangrijkste conclusies uit deze proeven zijn:

kroontjes:	WR trad vrijwel uitsluitend op bij tomaten zonder kroontje. In een proef was van de 36 tomaten met waterig rot slechts 1 tomaat met een kroontje.
pathogenen:	Er kon geen verband worden aangetoond tussen de aantallen schimmelsporen en bacteriën in het water enerzijds en de mate van optreden van WR anderzijds. Ook konden in pas lekkende, niet doorkleurende vruchten geen pathogenen worden aangetoond.
kwaliteit:	Kwalitatief slechtere tomaten (klasse 2) waren meer gevoelig voor WR dan vruchten van goede kwaliteit (klasse 1). Deze relatie was echter niet altijd even duidelijk.

- gewichtsverschil: Tomaten met WR hadden in het algemeen meer water afgestaan c.q. minder water opgenomen dan niet aangetaste tomaten. In een temperatuurproef bedroeg het gewichtsverschil ongeveer 100 - 150 mg per vrucht.
- transportduur: Een langere verblijfsduur in het water gaf meer WR. De transportduur in de goot van rodere tomaten was het langst. In de praktijk kwam een verblijfsduur van meer dan 2 uur voor.
- watertemperatuur: Naarmate de watertemperatuur lager was trad er meer WR op, maar was het gewichtsverlies in de goot kleiner. Na 7 dagen bewaring was het percentage vruchten met WR bij een watertemperatuur van resp. 10, 15, 20 en 25°C respectievelijk 13, 9, 7 en 4%.
- vruchttemperatuur: Bij een watertemperatuur van 15°C gaf een vruchttemperatuur van 25°C meer WR dan een vruchttemperatuur van 15°C. Een groter temperatuurverschil tussen vrucht en water gaf dus meer aantasting.
- EC: Hoe hoger de EC in de goot, des te ernstiger was de aantasting.
- zoutsoort: Strooizout, wat voornamelijk bestaat uit NaCl, gaf bij dezelfde EC twee maal zoveel rot dan kalisalpeter of sucrose.
- vruchtkleur: Bij een gelijke verblijfsduur in de goot waren rodere tomaten gevoeliger voor WR, het ontstaan van scheuren en ingezonken plekjes op plaatsen met zwelscheurtjes.
- ras: Tussen de ronde tomaatrassen Liberto, Blizzard en Calypso konden geen verschillen in gevoeligheid voor WR worden aangetoond. Liberto gaf de meeste ingezonken plekken in de vruchtschil.

Van twee proeven uitgevoerd in oktober 1989, waarin tomaten in een op het PTG gesimuleerde watergoot werden gebracht, zijn in november 1989 enkele vruchten anatomisch onderzocht. Op grond van de hieruit verkregen informatie en de resultaten van de andere proeven werden in november 1989 enkele experimenten uitgevoerd waarbij geprobeerd is om enkele factoren die een rol kunnen spelen bij het ontstaan van waterig rot afzonderlijk te onderzoeken. Hierbij was het zout de belangrijkste verdachte factor. Hoge zoutconcentraties zijn immers dodelijk voor de meeste plantaardige weefsels (Rozema et al., 1985). Ook was het opgevallen dat WR in verreweg de meeste gevallen bij kroonloze ronde tomaten, maar zelden bij vleestomaten optreedt. Omdat bij vleestomaten de kronen stevig vast zitten komt kroonverlies daar veel minder vaak voor. Kroonverlies was daarom een andere factor die van belang leek bij het ontstaan van WR. In dit onderzoek is door het kroonlitteken af te plakken geprobeerd WR te onderdrukken. Door het injecteren van vruchten met wegzout is het effect van zout op WR onderzocht. Met behulp van een aan de watergoot toegevoegde kleurstof is de penetratie van het zout in de vrucht gevolgd. Daarnaast is een alternatief en wellicht minder schadelijk zout (magnesiumsulfaat) uitgetest en is geprobeerd WR op te wekken bij vleestomaten.

### 3. MATERIAAL & METHODEN (Figuur 1)

3.1. Experimenteel - 1600 ronde tomaten (ras 1260, De Ruiter, kleurstadium 7) en 300 vleestomaten (ras Caruso, De Ruiter, kleurstadium 7) werden met intakte kroon geplukt bij twee bedrijven en naar het PTG gebracht. Vooral de ronde tomaten waren zeer goed van kwaliteit. Vlak voordat de proeven begonnen werden de kronen al of niet afgebroken. Simulatie van de watergoot vond plaats door de vruchten enige tijd te brengen in grote plastic bakken die gevuld waren met 35 liter waterige oplossing van wegzout (strooizout) met een EC van 25 mS/cm en een T van 10°C. De verblijfsduur van de vruchten in de watergoot was 2 uur; af en toe werd er even geroerd. In een andere proef werden de bakken gevuld met een oplossing van magnesiumsulfaat (EC = 12 mS/cm, T = 10°C); de concentraties van de twee oplossingen zijn zo gekozen dat ze een vrijwel identiek drijfvermogen leveren. Na hun verblijf in de watergoot werden alle vruchten afgedroogd, op trays gelegd en bewaard in de houdbaarheidscellen bij T = 20°C en 80% RV. Na twee, drie, vijf en zeven dagen werden alle vruchten op WR gecontroleerd.

3.1.1. Simulatie van waterig rot (Proef A1 - A3, Do) - Van 300 kroonloze ronde tomaten werd het litteken afgeplakt door tot 45°C afgekoelde vloeibare paraffine met een 5 ml finnpipet op te brengen. Vervolgens werden de vruchten kort met de bovenkant in de paraffine gedoopt en even te drogen gelegd. Deze afgeplakte vruchten (Proef A1) werden samen met 300 andere kroonloze, niet-afgeplakte vruchten (Proef A2) in de watergoot met wegzout gebracht; een derde partij van 100 kroonloze ronde tomaten werd als controle wel afgeplakt maar niet in de watergoot gebracht (Proef A3). Van 100 vleestomaten werd het kroontje losgescheurd en werden de vruchten in een watergoot gebracht (proef Do).

3.1.2. Testen van magnesiumsulfaat (Proef B) - 300 kroonloze ronde tomaten werden in de watergoot met magnesiumsulfaat gebracht.

3.1.3. Inspuiten met zout (Proef C1 - C3) - 100 kroonloze ronde tomaten werden in de zone van het kroonlitteken met wegzout oplossing uit de watergoot ingespoten. Dit gebeurde met een 40 ml glazen injectiespuit en een kleine metalen naald. In het kroonlitteken werd een 2 mm diep gaatje geprikt waarna een druppel op het litteken werd gelegd; als de druppel binnen twee uur opdroogde werd deze bijgevuld (Proef C1). Ter controle werden 100 vruchten ingespoten met een isotone wegzout oplossing (EC = 5 mS/cm, Proef C2), terwijl een tweede controlepartij van 100 vruchten niet werd ingespoten (Proef C3). Deze vruchten werden niet in een watergoot gebracht, maar na twee uur voorzichtig met een tissue afgedroogd, op trays gelegd en in de houdbaarheidscellen bewaard.

3.2. Binnendringen van kleurstof in de vrucht (Proef D1 - D5) - Om de penetratie van het zout in de vrucht te vervolgen zijn 200 vleestomaten (100 zonder kroon, 100 met kroon) in een watergoot gebracht waar een niet-toxische blauwe kleurstof (0.01% methyleenblauw) aan toe gevoegd was (Proef D1, D2). Een zelfde experiment werd gedaan met 300 ronde tomaten (100 met kroon, 100 zonder kroon, 100 zonder kroon maar afgedekt met paraffine, Proef D3 - D5). Na het verblijf in de watergoot zijn de vruchten opengesneden (onmiddellijk of na 24 uur) om zo het binnendringen van het zout in de vrucht te vervolgen.

3.3. Anatomie - Uit twee proeven van K. Buitelaar, waarbij het effect van verschillende zoutsoorten op WR werd onderzocht, zijn op verschillende tijden na hun verblijf in de watergoot van in totaal 22 aangetaste en 8 niet-aangetaste vruchten kleine stukjes weefsel rondom het kroontje of kroonlitteken uitgesneden. Hiervan werden met behulp van het microtoom coupes gemaakt die met het microscoop bestudeerd zijn.

#### 4. RESULTATEN (Figuur 2-4)

##### 4.1. Simulatie waterig rot effecten (Proeven A, B, C, Do; Figuur 4a)

Ronde tomaten - In deze experimenten is bijzonder weinig waterig rot opgetreden. Doorkleur effecten waren afwezig en zowel met het blote oog als met de microscoop was zichtbaar dat op het kroonlitteken een bijzonder mooie kurklaag was ontwikkeld. Bij de simulatie van WR (Proef A1) was 1 vrucht gaan lekken maar die droogde later weer op. Wel was er bij incidenteel voorkomende zwelscheurtjes of kleine beschadigingen lokale zoutstress zichtbaar als kleine putjes. In de controle proeven A2 en A3 en in de proef met magnesiumsulfaat (Proef B) was geen waterig rot opgetreden. Van de ingespoten vruchten (Proef C1) vertoonde 1 tomaat WR (Fig. 4c); de controleproeven C2 en C3 waren puntgaaf en niet aangetast. Uit nauwkeurige bestudering van het rottingsproces blijkt dat dit begint als een lokaal proces in het witte hartje (= het merg van de vaatcylinder) van de tomaat. De eerste schimmelkolonies bestonden uit *Rhizopus* en *Mucor* soorten.

Vleestomaten - Van vleestomaten waar de kroon van was afgescheurd (Proef Do) trad in 3% van de vruchten WR op. Daarnaast was er na twee dagen nog een vrucht gaan lekken. Van deze vrucht zette het WR syndroom niet door en droogde het uitwendige vocht weer op.

##### 4.2 Het gedrag van de blauwe kleurstof (Proeven D1-D5, Figuur 2, 3, 4b)

Vleestomaten (Proeven D1, D2, Figuur 2) - De kleurstof komt uitsluitend door de zone van het kroontje naar binnen. De blauwe kleurstof met het zout penetreert bij vleestomaten in 58-86% van de vruchten over een diepte van 10-15 mm (Fig. 2). Dit gebied komt precies overeen met het witte, parenchymatische weefsel dat tussen de grote vaatbundels onder het kroontje ligt. In 8-22% van de vruchten dringt de kleurstof ook nog verder via de vaatbundels de vrucht in. Er zijn slechts kleine verschillen tussen de vruchten met en zonder kroon. Omdat er nauwelijks verschil in penetratie-diepte is tussen de vruchten die gelijk werden opengesneden en degene die na 1 dag zijn opengemaakt, zijn hun uitkomsten samengenomen. In geen enkel geval drong de kleurstof door de epidermis naar binnen. Slechts in 1 geval was de kleurstof ook door het steeltje naar binnen gekomen; in alle andere gevallen was het steeltje niet gekleurd en was de kleurstof voor zover we konden nagaan door de brede kurklaag naast het kroontje naar binnen gekomen. Dit verklaart waarom er in onze proeven geen verschil in penetratie van kleurstof tussen vruchten met en zonder kroon is.

Ronde tomaten (Proeven D3, D4 en D5, Figuur 3, 4b) - In ronde tomaten met kroon (proef D3) is de blauwe kleurstof in 84% van de vruchten niet doorgedrongen (Fig. 3). Slechts in 16% van de vruchten komt het wel naar binnen en verspreidt het zich via de omgeving van het kroontje over een diepte van 1-15 mm, maar van die vruchten was in veel gevallen het

kroontje los of beschadigd. In kroonloze ronde tomaten (proef D4) dringt de kleurstof in 92-94% van de gevallen over een diepte van 1-15 mm de vrucht binnen (Fig. 4b). In afgeplakte kroonloze ronde tomaten (proef D5) dringt slechts in 2-5% van de vruchten het blauw naar binnen. In proef D5 waren wel enkele gevallen waarbij de blauwe kleurstof wel het oppervlak van het kroontje had bereikt, maar niet naar binnen was gedrongen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het minder goed afplakken door paraffine. Net als bij de vleestomaten zijn er nauwelijks verschillen in penetratie tussen de vruchten die onmiddellijk en degene die na 1 dag werden geopend; in de eerste lijkt het blauw wat meer in de vaatbundels te zitten terwijl in de tweede het blauw zich wat meer heeft genesteld in het parenchym van het hartje. Ook hier werden de resultaten van onmiddellijk geopende en na 24 uur geopende vruchten samengenomen. Er kwamen weinig of geen zwelscheurtjes in deze vruchten voor. In een paar gevallen was een duidelijke mechanische beschadiging van de schil opgetreden en op die plek was de kleurstof dan ongeveer een millimeter diep doorgedrongen.

#### 4.3 Anatomie (Figuur 4c,d)

##### 4.3.1. Vruchten met kroon, niet aangetast

Op microscopische coupes van de omgeving van het kroontje is in niet-aangetaste vruchten met kroon een abscissielaag gevormd. De cellen van deze abscissielaag kleuren niet helderrood met ruthenium rood. Dit toont aan dat hun celwanden arm zijn aan pectine. Specifieke kleuring met Soedan IV op suberine toont aan dat er rondom de kroonaanhechting verkurking van cellen uit de buitenste laag van de hypodermis optreedt. Deze verkurking breidt zich niet uit over de hele kroonaanhechting.

##### 4.3.2. Vruchten zonder kroon, niet aangetast (Figuur 4c)

Van kroonloze, niet aangetaste vruchten is het kroontje op de abscissielaag afgebroken. Het litteken verkurkt binnen 4 dagen en vormt zo pas na het verblijf in de watergoot een op doorsnede gave afsluitende laag (Fig. 4c).

##### 4.3.3. Vruchten zonder kroon, aangetast (Figuur 4d)

In deze proef waren de tomaten met de vroegst herkenbare stadia van WR alle kroonloos. Microscopische coupes tonen een kroonlitteken waarvan het weefsel tot onder de abscissielaag is weggescheurd. Het onmiddellijk daaronder liggend parenchymatisch weefsel vertoont veel plasmolyse. De aan de oppervlakte liggende cellen zijn dwars door midden gescheurd en niet langs de middenlamel van elkaar gescheiden. Hier en daar zijn wel cellen aan het verkurken maar een complete kurklaag ontbreekt. De vaatbundels steken soms uit het litteken, dat er op doorsnede rafelig uitziet. In vergelijking met de rest van de schil, die afgesloten is door een dikke cuticula, epidermis en hypodermis, is dit stuk weefsel bijzonder kwetsbaar: zout kan vrijelijk naar binnenstromen. Twee dagen nadat de eerste symptomen van WR zichtbaar zijn komt er schimmelgroei voor op de littekens (Fig. 4d). Tijdens de verdere ontwikkeling van WR worden de cellen van het mergparenchym volledig geplasmolyseerd en nemen de aantallen schimmels en bacteriën sterk toe.

#### 4.3.4. De kleur van het kroonlitteken

In een andere watergootproef, waarbij van alle vruchten de kroontjes waren afgehaald om WR verschijnselen op te wekken, kwamen opvallend veel WR vruchten met een wit kroonlitteken voor, terwijl dit bij niet-aangetaste vruchten bruin was. Om na te gaan of de kleur van het litteken een signaalkenmerk is waarmee de kans op waterig rot voorspeld kan worden zijn tien dagen na de oogst enkele monsters genomen van vruchten uit de controle proef (dezelfde behandeling, maar niet in de watergoot gebracht). Hieruit bleek duidelijk dat vruchten met witte littekens géén, maar vruchten met bruine littekens wel een goed ontwikkelde kurklaag bezitten. Maar in latere proeven kwamen ook vruchten met waterig rot en een bruin verkleurd kroonlitteken zonder kurklaag voor. De kleur van het litteken bij oogst is dus niet bruikbaar als voorspeller van de kans op WR.

#### 4.3.5. Putjes in de schil

Naast het verschijnsel WR komt ook soms een soort "sinaasappelhuid" voor. Dit symptoom bestaat uit groepjes van kleine putjes in de schil in een zone van mindere doorkleuring. Zulke vruchten vertonen geen WR maar er is wel sprake van een duidelijk kwaliteitsverlies. Anatomisch onderzoek toonde aan dat het kroonlitteken van zulke vruchten afgesloten is met een normaal ontwikkelde en complete afsluitende kurklaag, terwijl er geen celdegeneratie in het onderliggende mergparenchym is opgetreden. Op de plekken met putjes zijn extreem veel zwelscheurtjes aanwezig en in het parenchym onder de hypodermis zijn enkele grote cellen helemaal ingeklapt. Door zulke lacunes kunnen de hypodermis en epidermis verzakken en ontstaan de putjes. Op niet aangetaste plekken is de cuticula helemaal gaaf en is er geen verzakking opgetreden.

### 5. DISCUSSIE

Het injecteren met wegzout kan WR effecten opwekken (Proef C1, Fig. 4a), zij het in deze proef in zeer kleine aantallen. Hieruit concluderen we dat zoutstress in het mergparenchym tenminste de aanzet kan geven tot het ontstaan van WR. Uit de experimenten met de toegevoegde kleurstof (Proef D3, D4, D5) blijkt dat ronde tomaten door hun kroon meestal goed zijn afgesloten tegen het binnendringende zout, maar dat in kroonloze vruchten de deur wagenwijd open staat. Afdekking van het litteken door paraffine sluit de vrucht even goed af als een kroon dit doet. Het zout komt in de meeste gevallen in het witte hartje van mergparenchym onmiddellijk onder het kroontje terecht; na een dag is het niet nog verder de vrucht binnengedrongen. Dit gebied is precies de plek waar waterig rot altijd begint. In vleestomaten komt zout uit de watergoot vrijwel altijd naar binnen, ook in vruchten met een kroontje (proef D1, D2). Anders dan in ronde tomaten, waar het kroontje direct aan de vrucht aansluit, is er in vleestomaten tussen kroon en vrucht enige ruimte aanwezig waar het mergweefsel wordt afgesloten door een goed ontwikkelde en brede kurklaag. Doordat het zout via deze ruimte en door de kurklaag kan penetreren kan het toch de vrucht binnenkomen. Waarom treedt in de praktijk waterig rot dan zo weinig bij vleestomaten op? Kennelijk moet er dan naast de infiltratie met zout ook nog aan een andere voorwaarde worden voldaan.



Uit het anatomisch onderzoek blijkt dat in de onderzochte ronde tomaten met WR er geen of slechts een zeer beschadigde kurklaag op het kroonlitteken gevormd is, terwijl in kroonloze vruchten zonder symptomen deze kurklaag nu juist duidelijk aanwezig is. Nu is het bekend dat er vrijwel geen schimmels zijn die een kurklaag kunnen aantasten, en het bezit van zo'n kurklaag kan dus een barriere tegen aantasting van pathogenen zijn. Onze conclusie is dat WR kan ontstaan als bij kroonverlies een beschadiging van het litteken optreedt, waarna zout uit de watergoot de vrucht binnen kan dringen. Door een osmotische shock worden de cellen van het mergparenchym geplasmolyseerd, hetgeen waarschijnlijk tot gevolg heeft dat de vruchten gaan lekken. Zo ontstaat een voedingsbodemp voor pathogenen die vervolgens de hele vrucht kunnen aantasten. De verwachting is dat vleestomaten met kroon door watergoot transport ook zout water zullen opnemen en in het merg enige mate van plasmolyse zullen vertonen, maar dat schimmelgroei geen kans krijgt omdat de vrucht afgedekt blijft door een stevig vastzittend kroontje en een mooie dikke kurklaag. De timing van het ontstaan van de kurklaag op het kroonlitteken van ronde tomaten speelt waarschijnlijk een cruciale rol in de wedstrijd tussen plant en schimmel. Vooralsnog is er geen signaalkenmerk waar we kwetsbare kroonlittekens aan kunnen herkennen. Uit vorig onderzoek is gebleken dat WR vruchten in vergelijking met niet aangetaste vruchten tijdens het verblijf in de watergoot relatief meer water afstaan cq minder water opnemen. Hoe deze waterstromen zich tot elkaar verhouden is nog onbekend, en de rol die een water efflux in het aantastingsproces zou kunnen hebben is voorlopig nog onduidelijk.

Abcissie - Het verband tussen de vorming van een abscissielaag en de vorming van een kurklaag is nog niet duidelijk. Hoewel er veel onderzoek is gedaan naar bladverlies en het afvallen van diverse vruchten, is er vrijwel geen literatuur over het kroonverlies bij tomaat. In het algemeen raken bij abcissie van vruchten enkele cellen in een bepaalde zone los van elkaar door de activiteit van enzymen als polygalacturonase. Er treedt meestal geen scheuren van cellen op en extra celdelingen blijven ook meestal uit. De inductie van abcissie vindt in het algemeen plaats na een afname van auxine. Auxine houdt de cellen van de abscissielaag ongevoelig voor etheen. Auxine wordt door ontwikkelende zaden gemaakt, maar er zijn ook aanwijzingen dat het uit de bladeren afkomstig is. Daalt de auxine spiegel, dan worden er onder invloed van etheen pectinases en soms ook cellulases gevormd. In de cellen van de abscissielaag treden nu allerlei veranderingen op. Calcium verdwijnt uit de celwanden, de middenlamel gaat oplossen, de celwand wordt poreuzer en de cel kan meer water opnemen. Door een volume toename gaan de cellen zich afronden en komen los van elkaar te liggen. Zo ontstaat er een zone waar het weefsel gemakkelijk kan afbreken. In de vaatbundels treden deze veranderingen niet op en bij abcissie moeten de vaatbundels in het algemeen nog mechanisch doorgebroken worden. Op het wondvlak kan kurkweefsel gevormd worden (Cooper & Henry, 1973; Sexton & Roberts, 1982; Simons, 1973). Onze resultaten duiden er op dat de abcissie van het kroontje bij tomaat veel lijkt op de abcissie tussen de steel en de vrucht zoals die bij kersen is beschreven (Stösser et al., 1969).

Uit deze literatuurgegevens kunnen enkele voorspellingen worden gedaan met betrekking tot de situatie bij tomaat. Omdat zaden auxine produceren zou er theoretisch een relatie kunnen bestaan tussen het aantal zaden per vrucht en het optreden van WR. Verder ligt het voor de

hand dat ook in tomaten de kracht die nodig is om het kroontje af te breken evenredig is met het aantal en de grootte van de vaatbundels, en niet alleen afhankelijk is van de mate waarin een abscissielaag gevormd wordt. Dit verklaart waarom kroonverlies bij de meerhokkige vleestomaten veel minder optreedt. Elk vruchthok zal immers een vaatbundel hebben die de aanvoer van assimilaten naar de placenta verzorgt. Hoe meer hokken hoe meer vaatbundels, en des te meer kracht er geleverd moet worden om die vaatbundels door te breken. Het lijkt de moeite waard om in onderzoek naar kroonverlies de druk-trekbank te gebruiken om objectief en nauwkeurig verschillen tussen stevig en los aangehechte kronen te meten, en mogelijke verschillen te correleren aan de aantallen hokken per vrucht. Zo is te onderzoeken of er een verband bestaat tussen het aantal hokken en de gevoeligheid voor kroonverlies.

Putjes in de schil - Kennelijk is het zout uit de watergoot op de plekken met veel zwelscheurtjes de vrucht binnen gekomen. Dit heeft geleid tot het inklappen van enkele cellen en het ontstaan van een plekje van slechte doorkleuring. Het symptoom lijkt op dat van WR, maar het speelt zich op meer lokale schaal af en tast niet de hele vrucht aan. Maar zulke putjes kunnen wel kwaliteitsverlies veroorzaken. Gebruik van een watergoot voor het transport van vruchten met veel zwelscheuren is dus af te raden.

Alternatieve drijfstoffen - Uit de proef met magnesiumsulfaat kunnen geen conclusies worden getrokken omdat in de vergelijkingsproef zo weinig WR optrad. Toch zou, althans in theorie, een ander, minder agressief zout in de watergoot een oplossing kunnen bieden bij het beperken van schade aan ronde tomaten. In de natuur bestaan wel enkele voorbeelden van effectieve maatregelen die planten hebben getroffen om zoutstress in hun weefsels tegen te gaan door het accumuleren van zg. osmotica. Zulke stoffen (o.a. glycine betaine, proline en sorbitol) remmen het metabolisme niet. De planten accumuleren deze stoffen in het cytoplasma en ze kunnen zo het zout, dat in het milieu waar ze groeien de cellen onvermijdelijk binnen komt, in de vacuole opslaan (Rozema *et al.*, 1985). Toepassing van deze stoffen in de watergoot lijkt echter niet haalbaar. Een mogelijkheid is wellicht het gebruik van polyethyleenglycol als drijfstof (Jacomini *et al.*, 1988; Handa *et al.*, 1982). Bij de evaluatie van elke alternatieve drijfstof spelen de kosten, milieu effecten (lozing!), mogelijke schimmeligroei in de watergoot en natuurlijk de voedselveiligheid een cruciale rol. Naar verwachting zal immers elke drijfstof toch altijd binnendringen in kroonloze tomaten.

## 6. HOE NU VERDER

Niet voor alle resultaten van de eerder aan het probleem waterig rot uitgevoerde proeven is een adequate verklaring. De grote lijnen zijn echter uitgezet en we weten nu al veel meer over de oorzaak van dit probleem. Toch hebben we nog steeds geen remedie tegen waterig rot en het transport van ronde tomaten met een watergoot blijft voorlopig een enorm kwaliteitsrisico. Gegeven deze situatie dient het onderzoek zich daarom volgens ons te concentreren op de volgende punten.

- Gebruikswaarde onderzoek naar kroonverlies en waterig rot. Op grond van de tot nu toe uitgevoerde proeven is nog te beperkte informatie over mogelijke rasverschillen.

- Bestuderen van kroonverlies o.a. door het geven van hormonale

behandeling. Het tegengaan van kroonverlies zou een radicale oplossing van het probleem waterig rot kunnen betekenen.

- Bestuderen van de timing van het ontstaan van de kurklaag. Volgens de hierboven opgestelde theorie is de prognose dat de meeste zo niet alle kroonloze vruchten gaan rotten in de watergoot. Waarom gebeurt dat niet? Wordt er, als de abscissielaag niet voldoende is gevormd, te veel weefsel afgescheurd om een mooie kurklaag te kunnen maken?

- Zoeken naar een zout dat in de watergoot minder waterig rot tot gevolg heeft. Magnesiumsulfaat als drijfstof moet nog verder getest worden.

## 7. DANKBETUIGING

Theo van Gaalen werkte zeer enthousiast aan het fotografisch vastleggen van de WR verschijnselen. Justus Houthuesen (Sijbekarspel) tipte de niet-toxische kleurstof.

## 8. LITERATUUR

Cooper, W.C. & W.H. Henry - 12. Chemical control of fruit abscission. pp. 475-524 In: T.T. Kozlowski (ed.): Shedding of plant parts xii + 560 pp. Academic Press, New York (1973).

Handa, S., R.A. Bressan, P.M. Hasegawa & A.K. Handa - Characteristics of cultured tomato cells after prolonged exposure to medium containing PEG. *Plant Physiol.* **69**: 512-521 (1982).

Jacomoni, E, A. Bertani & S. Mapelli - Accumulation of polyethylene glycol 6000 and its effects on water content and carbohydrate level in water-stressed tomato plants. *Can. J. Bot.* **66**: 970-973 (1988).

Rozema, J., P. Bijwaard, G. Prast & R. Broekman - Ecophysiological adaptations of coastal halophytes from foredunes and salt marshes. *Vegetatio* **62**: 499-521 (1985).

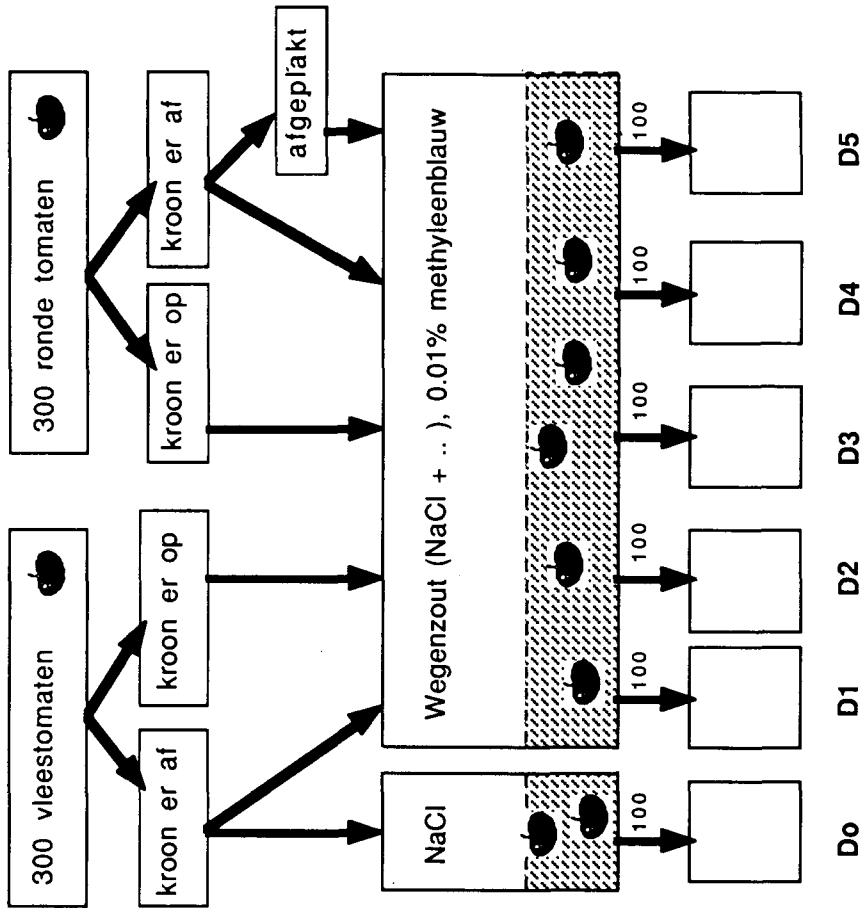
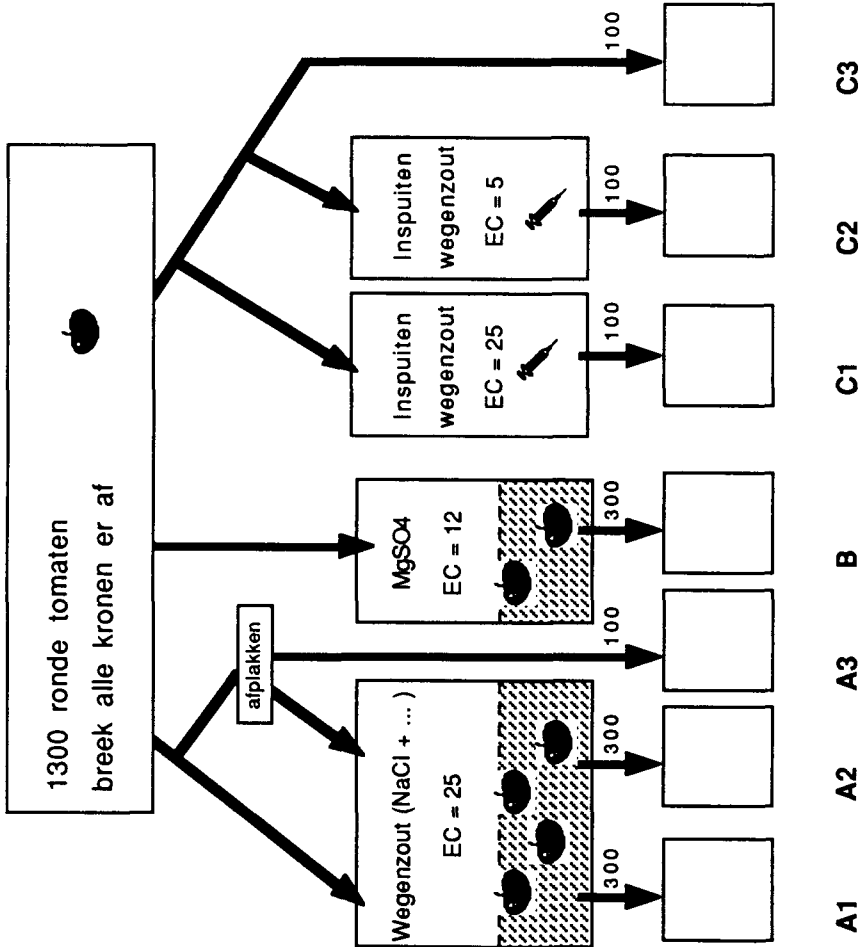
Sexton, R. & J.A. Roberts - Cell biology of abscission. *Ann. Rev. Plant Phys.* **33**: 133-162 (1982).

Simons, R. K. - 10. Anatomical changes in abscission of reproductive structures. pp. 383-434 In: T.T. Kozlowski (ed.): Shedding of plant parts xii + 560 pp. Academic Press, New York (1973).

Stösser, R., H.P. Rasmussen & M.J. Bukovac - A histological study of abscission layer formation in cherry fruits during maturation. *J. Amer. Hort. Sci.* **94**: 239-243 (1969).

Figuur 1. SIMULATIE WATERGOOT

PTG (2 uur, T = 10° C)

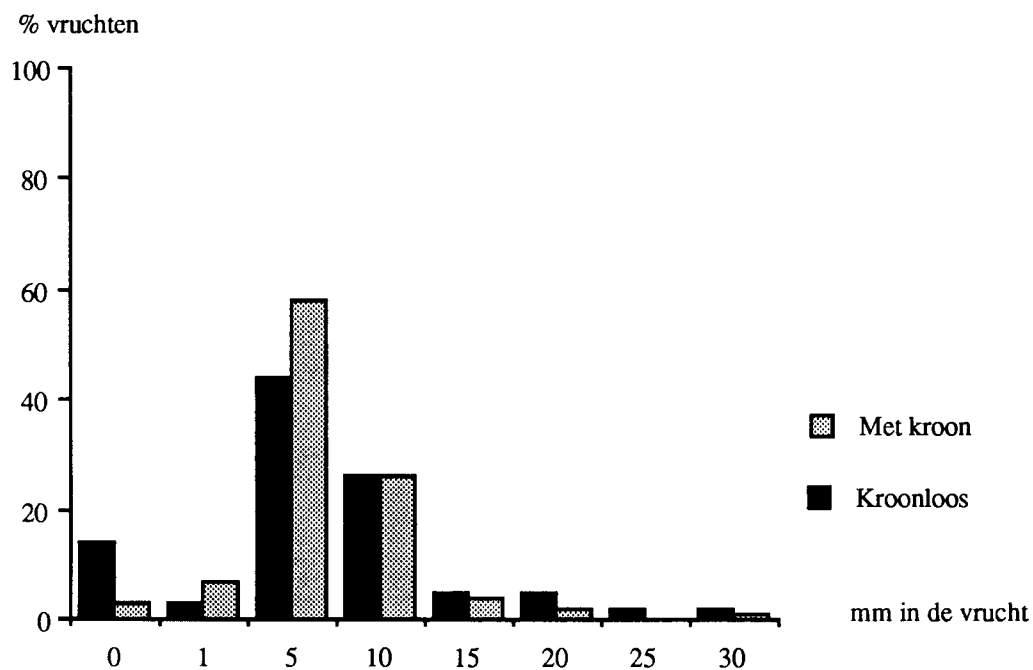


Invloed zoutsoort

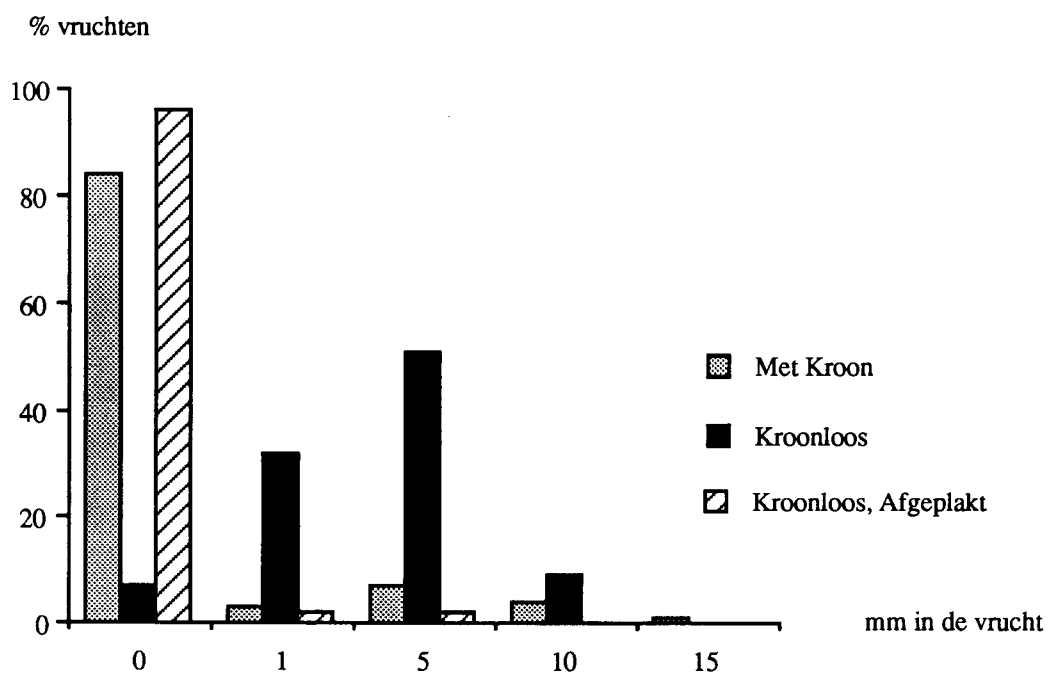
Kunstmatig opwekken waterig rot

Vervolgen van blauwe kleurstof in de vruchten

Opwekken van waterig rot in vleestomaten



Figuur 2. Penetratie methyleenblauw in vleestomaten



Figuur 3. Penetratie methyleenblauw in ronde tomaten

Figuur 4. Waterig rot bij tomaat. 4a: Waterig rot verschijnselen met lekken, schimmelgroei en rot (links boven); 4b: doorgesneden tomaat met de in de vrucht binnengedrongen blauwe kleurstof (rechts boven); 4c: kroonlitteken van een niet-aangetaste vrucht (links onder); 4d: kroonlitteken van een aangetaste vrucht (rechts onder); 4a, b: macro opnames, 4c, d: microscopische opnames, vergroting ongeveer 400X.



